

## Untersuchungen zur Eimorphologie bei *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758) und ihrer infraspezifischen Variabilität an Hand von REM-Darstellungen (Lepidoptera, Papilionidae)

Josef J. DE FREINA

Eduard Schmid-Str. 10, D-81541 München, BRD

### Summary

**SEM study of the infraspecific variation in the egg of *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758).** — The external morphology and chorion-sculpture of the eggs of 4 different *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758) populations were examined by scanning electron microscopy. Constant differences of subspecific character in egg size, structure and ova colouration are noted.

### Résumé

La morphologie externe de l'œuf de 4 différentes populations de *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758) a été étudiée au microscope à balayage électronique. L'aspect de l'œuf, dont le relief du chorion, est décrit. Différents caractères sous-spécifiques constants comme la taille, la structure et la coloration ont été relevés.

### Einleitung

*Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758), der Schwarze Apollofalter, zeigt trotz der auf die Gattung *Corydalis* beschränkte Monophagie seiner Raupe hohe ökologische Valenz. Die Verbreitung der Art erstreckt sich von Europa (mit Verbreitungslücken auf der Iberischen Halbinsel, im nördlichen Skandinavien und in der mediterranen Inselwelt mit Ausnahme Siziliens) über Kleinasien südlich bis Palaestina und ostwärts über den Ural bis nach Zentralasien (Afghanistan, Uzbekistan, Tadschikistan und Kirgisien). Die Höhenverbreitung der Art reicht in Europa von niederen Lagen unter 200 m NN (Skandinavien, Böhmen) bis in alpine Kurzrasenzonen über 2000 m (Alpen, Griechenland). In Vorderasien siedelt *P. mnemosyne* auch in Höhen über 3000 m (NO-türkisch-kaukasisch-elbursisches Gebiet; de Freina, 1980) und erreicht im Pamir bei 3500 m die Obergrenze seiner Verbreitung.

*P. mnemosyne* ist demzufolge in der Lage, in verschiedenen Teilgebieten seiner Verbreitung unterschiedliche Biotoptypen zu besiedeln. In Nord- und Mitteleuropa bis Kleinasien bevorzugt ein Teil seiner Populationen sonnige und lichte Laubmischwälder, Auenlandschaften, Waldlichtungen und -fluren. Zahlreicher vertreten ist die Art jedoch an mesophilen alpinen, bebuchten bzw. krautigen Berglehnen. Im kaukasisch-elbursischen und zentralasiatischen Raum leben einige Populationen der Art, gelegentlich vergesellschaftet mit anderen Arten der Gattung *Parnassius* Latreille, 1804 auch auf Hochsteppen (Eisner & Naumann, 1980, Tschikolowez, 1992) und Geröllhalden (de Freina, 1980).

Dadurch haben sich bei *P. mnemosyne*-Imagines genetisch festgelegte unterschiedliche Phäna mit teilweise deutlichen Abweichungen in Körpergröße, Flügelform, Beschuppungsdichte, Färbung sowie Ausbildung der Sphragis entwickelt. Dies hat zur Benennung von über 150 Taxa im Unterartenrang geführt, von denen jedoch bei sachlicher Beurteilung ein hoher Anteil als unnötige Synonyme einzustufen ist.

Bei *P. mnemosyne* zeichnen sich deutlich 3 Unterarten- Gruppierungen ab. Zwei davon finden sich in Europa und Vorderasien, die sich phänotypisch vor allem durch das Fehlen bzw. Vorhandensein der internervalen Fleckenzeichnung (Lunulae) im dunklen Glasband der Vorderflügel unterscheiden.

Der boreal-alpine Lunulae-lose *mnemosyne mnemosyne*- Unterartenkomplex (Abb. 1-3) erstreckt sich von Nord- und Mitteleuropa und einigen montanen Gebieten Südeuropas durch die Nordtürkei und den Kaukasus bis zum Elburs. Die zweite, mit deutlichen Lunulae ausgestattete tauride *mnemosyne nubilosus* — Unterartengruppe siedelt ab dem südlichen Balkan von Makedonien und griechischen Gebirgen (Abb. 4), wo sie teilweise noch auf Vertreter der vorigen Unterarten-Gruppe, wenn auch nicht in syntoper Lebensweise, trifft, durch die südliche Türkei, Palaestina und Kurdistan bis Persien und nordwärts bis Afghanistan.

Den dritten Unterartenkomplex stellt die auf zentralasiatische Gebirge beschränkte *mnemosyne gigantea*-Unterartengruppe dar. Deren Hauptmerkmal sind der extrem große Flügelschnitt und die prominente Flecken- und Bindenzeichnung bei gleichzeitig ausgeprägter Lunulae-Bildung.

Während die phänotypische Variabilität der Imagines in der Literatur erschöpfend behandelt ist, finden sich in der Literatur über die Präimaginalstadien von *P. mnemosyne* nur wenig detaillierte Angaben (Lederer, 1921 ; [Lepidopterologische Arbeitsgruppe der Schweiz], 1987 ; Kudrna & Seufert, 1991).



1



2



3



4

Abb. 1-4. *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758). Vergleichende Darstellung des Habitus der vier untersuchten Populationen. 1 — *P. mnemosyne hartmanni* Standfuss, 1888; Bayrische Alpen, Chiemgau, Umg. Schleching; 2 — *P. mnemosyne melas* Honrath, 1895; Kärnten, Plöckenpaß; 3 — *P. mnemosyne schweigeri* Eisner, 1966; Westtürkei, Umg. Bolu; 4 - *P. mnemosyne athene* Stichel, 1870; Peloponnes, Chelmos (linke Reihe ♂♂, rechte Reihe ♀♀).

Untersuchungen an Präimaginalstadien verschiedener Populationsgruppen über mögliche phänotypische Variabilität von Ei und Larve der Art waren bisher nicht durchgeführt worden.

Dem Verfasser lag 1992 Eimaterial mehrerer *P. mnemosyne*-Populationen zur Untersuchung vor. Neben Unterschieden in der Tracht der Raupen, über die an anderer Stelle berichtet wird (de Freina in Vorbereitung), lassen sich auch überraschend deutliche, genetisch festgelegte Abweichungen in Form und Struktur der Eier feststellen.

### Material und Methodik

Untersucht werden konnte Eimaterial von Freiland ♀♀ folgender *mnemosyne*-Populationen :

Herkunft	beschrieben als	Unterarten-Gruppe (Rassenkreis)	Anzahl ♀♀/Eier	Abb.
Bayrische Alpen Umg. Schleching	ssp. <i>hartmanni</i> Standfuss, 1888	nordalpiner	2/25	1
Kärnten, Plöckenpaß	ssp. <i>melas</i> Honrath, 1885	karnischer Kreis	3/30	2
Peloponnes, Chelmos	ssp. <i>athene</i> Stichel, 1870	griechischer Kreis (dinarischer Kreis)	2/15	3
NW-Türkei. Umg. Bolu	ssp. <i>schweigeri</i> Eisner, 1966	balkanischer Kreis	4/45	4

Die Abbildungen 1-4 veranschaulichen die habituellen Unterschiede der vier behandelten *P. mnemosyne*-Populationen.

Bei der Auswahl der nicht vorbehandelten Eier zur REM-Abbildung wurde von jeder Population Material verschiedener ♀♀ berücksichtigt. Die rasterelektronischen Arbeiten erfolgten an einem Rasterelektronen-Mikroskop CAMBRIDGE S 360. Die mit doppelseitig klebender Folie montierten Eier wurden konventionell besputtert. Die Beschleunigungsspannung betrug 20 kV. Die Derivation bei den Rosetten-Aufnahmen betrug 50%.

### Über die Variabilität des *P. mnemosyne*-Eies

Das *mnemosyne*-Ei ist dem stehenden Typus zuzurechnen (Abb. 5-12). Es ist bis auf wenige individuell verformte Eier in der Aufsicht kreisrund (vgl. Döring, 1955 : 45). Das Profil der Eier der beiden alpinen

Populationen, die der Nominatform nahesteht, ist  $3/4$  kreisförmig bei flachem bis schwach eingedelltem Boden (Abb. 5-8). Die schwach gewölbte Mikropylplatte liegt innerhalb der kräftigen Gesamtstruktur etwas tiefer. Sie setzt sich aus einem feinen Krater, einer inneren eingefärbten Rosette und den darum liegenden äußeren Rosettenblättern zusammen. Die Einzelblätter dieser Kränze weisen eine eher rundliche Form auf.

Mit Ausnahme der Mikropyle und des Eibodens ist das gesamte Ei von einer zum Unterteil hin zunehmend kontrastreicher entwickelten Buckel-Trichter Struktur besetzt.

Im einzelnen weisen die Eier der untersuchten Populationen folgende charakteristischen Strukturen bzw. Unterschiede auf :

#### *Färbung*

Die Färbung der Eier ist innerhalb der Population ohne Abweichung konstant. Die Eifarbe ist bei *hartmanni* kalkweiß glänzend, bei *melas* elfenbeinfarben mit deutlicher lachsrosa Tönung, bei *schweigeri* weiß mit grünlichweißem Glanz, bei *athene* rahmfarben mit leicht gelblicher Tönung.

#### *Durchmesser und Eihöhe*

Die Eigröße ist innerhalb der Populationen nicht sehr variabel, die Varianz beträgt maximal 5%. Die Größe der Eier ist unabhängig von der Körpergröße des jeweiligen Weibchens gleichbleibend, bei kleinwüchsigeren ♀♀ ist lediglich die Eikapazität geringer. Bei *hartmanni* beträgt der Eidurchmesser in der Regel 1,45 mm, die Eihöhe 1,07 mm, das Verhältnis  $\emptyset$  : Höhe somit 1,355 : 1. Das *hartmanni*-Ei weist daher die größte, gleichzeitig aber auch die flachste Eiform auf. Das *melas*-Ei ist 6% kleiner bei einem Eidurchmesser von 1,36 mm und einer Eihöhe von 1,03 mm (Verhältnis  $\emptyset$  : Höhe = 1,32 : 1). Die Eier von *schweigeri* und *athene* sind 12% kleiner. Der  $\emptyset$  bei *schweigeri* beträgt 1,275 mm, die Eihöhe 1 mm (Verhältnis  $\emptyset$  : Höhe = 1,275 : 1). Eidurchmesser bei *athene* 1,275 mm, Eihöhe 1,1 mm, das Verhältnis : Höhe = 1,16 : 1.

#### *Gesamtform*

Das *hartmanni*-Ei ist  $3/4$  kreisförmig mit ausgeprägter elliptischer Rundung der Flanken bei breiter Sohle. Es weist daher eine platte, gedrungene Form auf (Abb. 5,6). Bei *melas* sind die Flanken weniger elliptisch, steiler; trotz der ebenfalls breiten Sohle ist daher das Ei weniger platt geformt (Abb. 7, 8). Das *schweigeri*-Ei ist deutlich kugelförmiger mit runden Flanken und etwas engerer Sohle (Abb. 9,

10). Eine ausgeprägte Kugelform mit runden Flanken und enger Sohle zeigt das *athene*-Ei (Abb. 11, 12).

#### *Mikropylplatte*

Sowohl bei *hartmanni* (Abb. 13, 14) und *melas* (Abb. 15, 16), als auch bei *schweigeri* (Abb. 17, 18) fast flach bis lediglich gering gewölbt, bei *athene* (Abb. 19, 20) dagegen mit sichtbar deutlicher Wölbung.

#### *Färbung des Rosettenkerns (Mikropylkrater)*

Dunkelgrau bis bräunlich bei *hartmanni*, meist rosabräunlich bei *melas*, dagegen einheitlich dunkelgrau bei *schweigeri* und einheitlich grau bei *athene*.

#### *Mittelrosette (innere Rosette)*

Bei *hartmanni* aus 5-7 grauschattierten, kleineren Rosettenblättern bestehend; *melas* zeigt 5-7 rosagelb schattierte, denen von *hartmanni* größtmäßig gleichende Rosettenblätter. Bei *schweigeri* finden sich 5-7 relativ kleine Rosettenblätter mit grauer Schattierung, *athene* weist 5-7 verhältnismäßig große, graue Rosettenblätter auf.

#### *Äußere Rosette*

Zwei bis drei wenig strukturierte, kleinere Rosettenspiralen bei *hartmanni*, 2 Reihen feinblättriger, etwas größer als bei *hartmanni* entwickelte Rosettenspiralen bei *melas*, 2-3 Reihen sehr feingliedriger, kleiner Rosettenspiralen bei *schweigeri*. Dagegen 3 Reihen auffällig großer, tief strukturierter Rosettenspiralen bei *athene*.

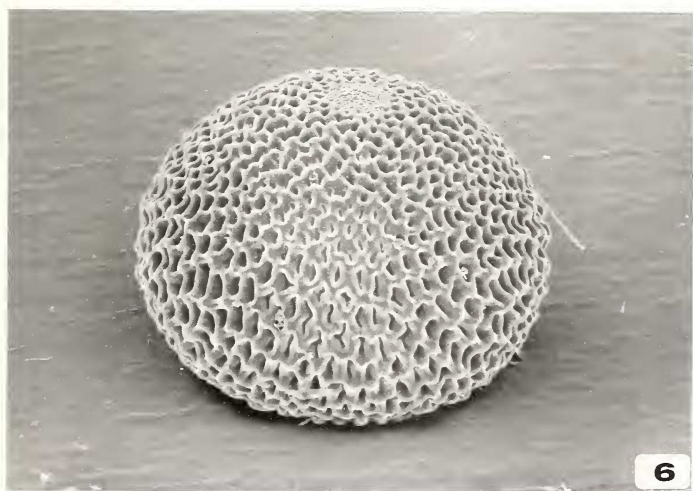
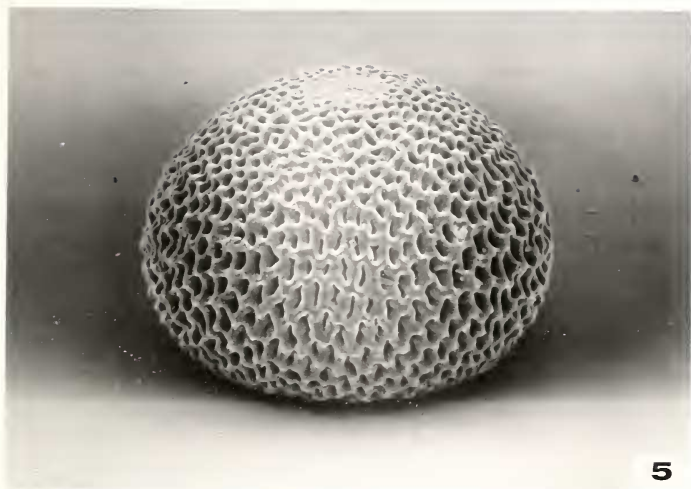
#### *Furchung*

Bei *hartmanni*, *melas* und *schweigeri* seicht und wenig filigran, bei *athene* mit deutlicher, tiefer Rosettenabgrenzung und markanter Rosettenstruktur.

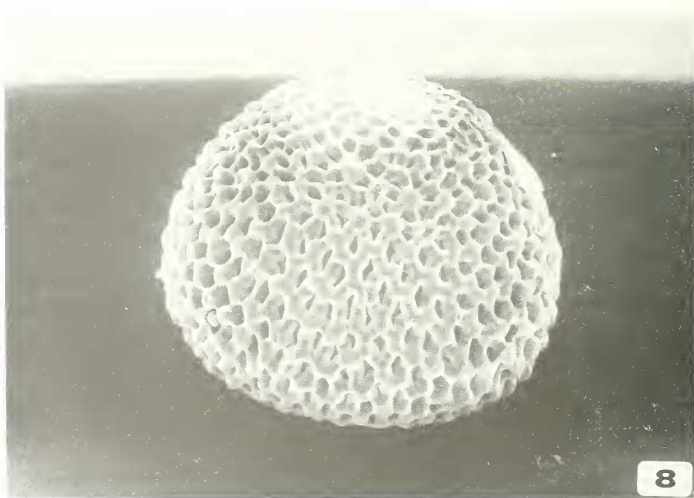
---

Abb. 5-12. *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758). REM-Darstellung (Vergrößerung 50fach) von Eiern. 5, 6 — ssp. *hartmanni* (Bayrischer Alpen); 7, 8 — ssp. *melas* (Kärntner Alpen); 9, 10 — ssp. *schweigeri* (NW-Türkei); 11, 12 — ssp. *athene* (Chelmos).

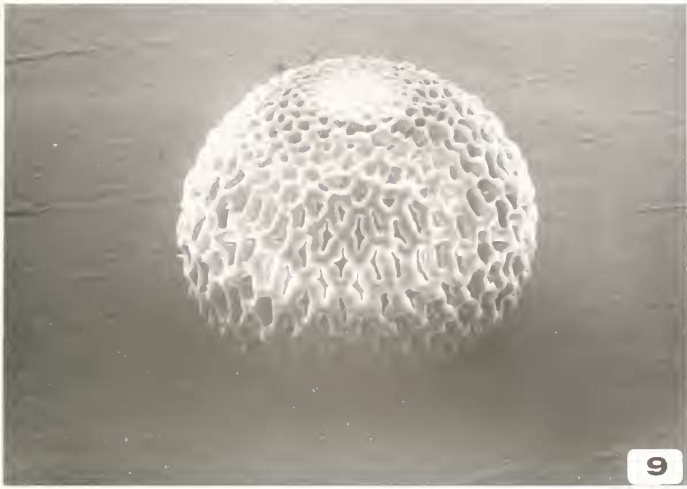
Abb. 13-20. *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758), Eimikropyle. REM-Darstellung (Vergrößerung 300fach). 13, 14 — ssp. *hartmanni* (Bayrischer Alpen); 15, 16 — ssp. *melas* (Kärntner Alpen); 17, 18 — ssp. *schweigeri* (NW-Türkei); 19, 20 — ssp. *athene* (Chelmos).

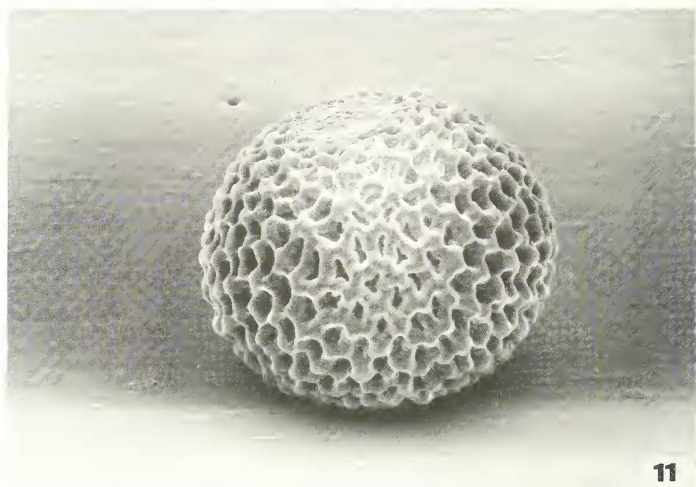




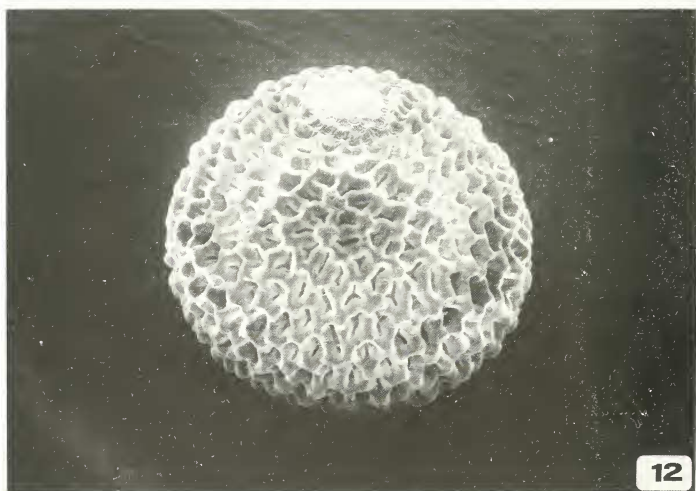




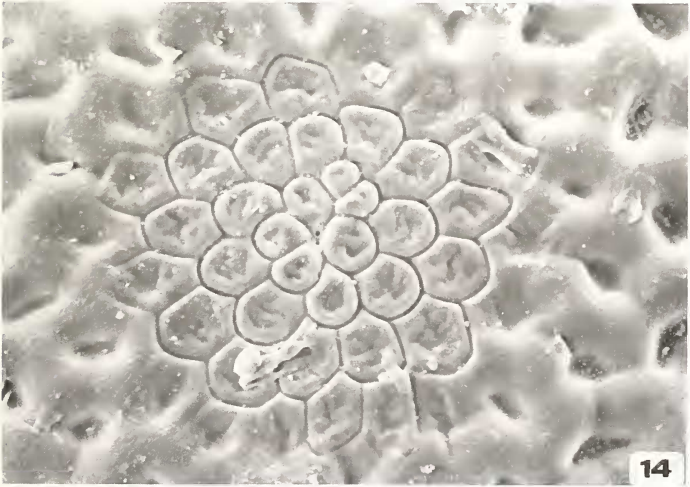




11



12





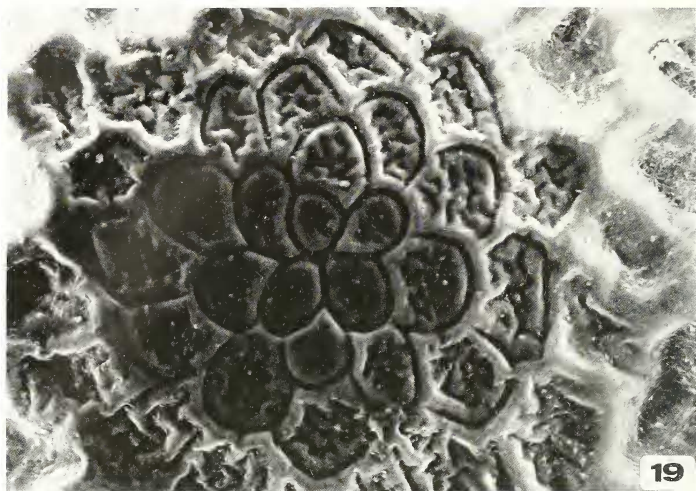
15



16







### *Eimantelstruktur*

Das *hartmanni*-Ei weist eine mittelgrobe, im Mittel- und Basalbereich fast ausschließlich vertikal ausgerichtete Trichter-Buckel Struktur auf. Die Begrenzung zur Mikropyle ist wenig erhaben. Die Struktur von *melas* ist ähnlich der von *hartmanni*, im Mittel- und Basalbereich ist sie jedoch etwas grober; Begrenzung zur Mikropyle wie bei *hartmanni* und *melas* ist die Struktur des *schweigeri*-Eies; die Begrenzung zur Mikropyle ist ausgeprägt wulstig. Die extremste Buckel-Trichter Struktur bei allerdings verminderter vertikaler Ausrichtung weist das *athene*-Ei auf. Die Begrenzung zur Mikropyle ist extrem wulstig.

### **Diskussion**

Über Struktur und Variabilität des *mnemosyne*-Eies und ihre Aussagekraft bezüglich der Systematik dieser Art fehlten bisher Angaben. Es wurde Eimaterial von 4 *Parnassius mnemosyne* Populationen unterschiedlicher Provenienz (Bayrische Alpen, Karnische Region, Peloponnes und NW-Türkei) anhand rasterelektronischer Abbildungen untersucht und miteinander verglichen.

Jede der vier untersuchten Populationen weist eine charakteristische Eiform auf, die sich je nach Verwandtschaftsgrad mehr oder weniger von den anderen unterscheidet. Eiform, Eistruktur und Mikropyle weisen deutlich auf nahe Verwandtschaft der beiden alpinen Populationen (Bayrische Alpen und Karnische Alpen) hin.

Die Eier der beiden alpinen *mnemosyne*-Populationen sind größer und breiter, aber etwas flacher bei feinerer Strukturierung als die der beiden balkanischen Populationen. Die griechischen und westtürkischen Populationen gleichen sich zwar nicht im Bezug auf Eistruktur und Mikropylform, dafür aber weitgehend bezüglich ihrer Eiform und Eigröße, was auf eine im südostbalkanischen Bereich vorherrschende kugelförmigere Eiform hinweist. Zudem zeichnet sich eine in West-Ost-Richtung verlaufende klinale Tendenz von einer flacheren, mit breiterer Sohle ausgestatteten Eiform hin zu einer kugeligen, mit engerer Sohle ausgestatteten Form ab.

Das Kolorit der Eier und die Eigröße sind innerhalb der Populationen einheitlich, zwischen den Populationen sind feine farbliche Unterschiede (teilweise schon mit bloßem Auge) feststellbar.

Die Körpergröße der ♀♀ hat keinen Einfluß auf die charakteristische Eigröße einer Population.



Weitgehend konstant zeigt sich die Struktur der Mikropylrosette. Lediglich die Rosette der Chelmos-Population vom Peloponnes zeigt deutlichere Wölbung und grobere, kontrastreiche Struktur der Rosettenblätter. Sie isoliert diese Population gegenüber den 3 anderen mituntersuchten und weist auf die sich auch habituell abzeichnende deutliche Abgrenzung der dinarischen *mnemosyne*-Population mit ihrer markanten Lunulae-Ausbildung im Vorderflügel gegenüber der boreal-alpinen *mnemosyne*-Unterartengruppe ohne vorhandene Lunulae-Zeichnung hin.

Trotz der vorerst nur am Eimaterial von vier *P. mnemosyne*-Populationen vorgenommenen Untersuchungen hat sich gezeigt, daß mit dieser Methodik aufschlußreiche Hinweise auf die verwandtschaftlichen Strukturen innerhalb dieser Art gewonnen werden können.

### Danksagung

Die Aufnahmen wurden im Laboratorium für Elektronenmikroskopie am Lehrstuhl für Physik Weihenstephan der TU München angefertigt. Herrn Dr. H. Ch. Bartscherer danke ich für die Anfertigung der REM-Bilder. Herrn Prof. Dr. W. Back, Freising, gilt mein Dank für die Überlassung des griechischen *P. mnemosyne*-Eimaterials. Herzlich danken möchte ich auch Herrn K. Broszat, München für die Anfertigung der Falter-Aufnahmen.

### Literatur

- DÖRING, E., 1955. Zur Morphologie der Schmetterlings Eier. Akademie Verlag, Berlin.
- EISNER, C. & NAUMANN, C. M., 1980. Parnassiana Nova 57. Beitrag zur Ökologie und Taxonomie der afghanischen Parnassiidae (Lepidoptera). Zool. Verhand. E. J. Brill, Leiden.
- FREINA, J. DE, 1980. Eine neue Unterart von *Parnassius mnemosyne* Nordmann aus Kleinasien (Lepidoptera, Papilionidae). *NachrBl. bayer. Ent.* 29 : 50-62.
- KUDRNA, O., & SEUFERT, W., 1991. Ökologie und Schutz von *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758) in der Rhön. *Oedippus* 2 : 1-44.
- LEDERER, G., 1921. Handbuch für den praktischen Entomologen, Bd. 2, Diurna. Verlag Ent. Ver. Frankfurt/Main.
- [Lepidopterologische Arbeitsgruppe der Schweiz], 1987. Tagfalter und ihre Lebensräume. Schweizerischer Bund für Naturschutz, Basel und Foto-rotar AG, Egg/Zürich 516 pp.
- TSCHIKOLOWEZ, W., 1992. Eine kommentierte Artenliste der Tagfalter des Vantsch-Gebirges (Pamir). *Atalanta* 23 (1/2) : 139-157.